

WHAT IS CLAIMED IS:

【請求項1】 被試験回路における複数の被測定クロック信号間のクロック・スキュー (clock skew) を測定する装置であって、

前記複数の被測定クロック信号を受け取り、前記複数の被測定クロック信号のい
5 ずれかを選択して出力するクロック信号選択素子 (element) と、

前記被試験回路に入力される基準信号と、前記クロック信号選択素子で選択され
た前記被測定クロック信号とを受け取り、受け取った前記基準信号と前記被測定ク
ロック信号とのタイミング誤差を、前記複数の被測定クロック信号について順次測
定し、前記複数の被測定クロック信号間のクロック・スキューをもとめるクロック
10 ・スキュー推定手段と、
を具備することを特徴とするクロック・スキュー測定装置。

【請求項2】 前記複数の被測定クロック信号のそれぞれを前記クロック信号
選択素子に供給する複数のバッファと、

15 前記複数のバッファのそれぞれが、前記被測定クロック信号を、前記クロック信
号選択素子に供給するか否かを制御する制御手段と
をさらに具備することを特徴とする請求項1記載のクロック・スキュー測定装置。

【請求項3】 前記クロック・スキュー推定手段は、前記被測定クロック信号
20 間のクロック・スキューの確定的成分 (deterministic component) を測定す
ることを特徴とする請求項1または2に記載のクロック・スキュー測定装置。

【請求項4】 前記クロック・スキュー推定手段は、前記被測定クロック信号
間のクロック・スキューの不規則成分 (random component) を測定することを
25 特徴とする請求項1または2に記載のクロック・スキュー測定装置。

【請求項5】 前記クロック・スキュー推定手段は、
前記基準信号のエッジ・タイミングである被測定タイミング、および前記被測定
クロック信号のエッジ・タイミングである基準タイミングをもとめるタイミング推
30 定手段と、

前記被測定タイミングと前記基準タイミングとのタイミング誤差をもとめるタイミング誤差測定手段と、

前記タイミング誤差から前記複数の被測定クロック信号間のクロック・スキューをもとめるクロック・スキュー計算手段と、

- 5 を具備することを特徴とする請求項1乃至4の何れかに記載のクロック・スキュー測定装置。

- 【請求項6】 前記クロック・スキュー推定手段は、前記クロック・スキュー計算手段でえられたクロック・スキュー値を補正する補正手段を、さらに具備する
10 ことを特徴とする請求項5記載のクロック・スキュー測定装置。

- 【請求項7】 前記タイミング推定手段は、前記基準信号および前記被測定クロック信号の立ち上がりエッジまたは立ち下がりエッジのタイミングをもとめる
15 ことを特徴とする請求項5または6に記載のクロック・スキュー測定装置。

- 【請求項8】 前記タイミング推定手段は、
前記被測定クロック信号を複素数の解析信号に変換する解析信号変換手段（
analytic signal transformer）と、

- 前記解析信号の瞬時位相をもとめる瞬時位相推定手段（instantaneous phase
20 estimator）と、

前記瞬時位相に基づいて前記被測定クロック信号のリニア瞬時位相をもとめるリニア瞬時位相推定手段（linear instantaneous phase estimator）と、

- 前記リニア瞬時位相の初期位相角をもとめることにより、前記被測定クロック信号の理想エッジ・タイミングをえる初期位相角推定手段（initial phase
25 estimator）と、

を具備することを特徴とする請求項5または6に記載のクロック・スキュー測定装置。

- 【請求項9】 前記タイミング推定手段は、
30 前記瞬時位相から前記リニア瞬時位相を除去して瞬時位相雑音（

instantaneous phase noise) をえるリニア位相除去手段 (linear trend remover) と,

- 前記瞬時位相雑音を受け取り, 前記解析信号の実数部のゼロクロス・タイミングに近い前記瞬時位相雑音データのみをリサンプリングし, 前記被測定クロック信号のタイミング・ジッタ系列を出力するゼロクロス・リサンプリング手段 (zero-crossing resampler) と,
- 5 をさらに具備することを特徴とする請求項8記載のクロック・スキュー測定装置.

【請求項10】 前記解析信号変換手段は,

- 10 前記被測定クロック信号を受け取り, 受け取った前記被測定クロック信号から基本周波数付近の成分を取り出し, 帯域制限信号を出力する帯域通過処理手段 (band-pass filter) と,

前記帯域制限信号を Hilbert 変換し入力信号の Hilbert 変換対を生成する Hilbert 変換手段 (Hilbert transformer) と,

- 15 を具備することを特徴とする請求項8記載のクロック・スキュー測定装置.

【請求項11】 前記解析信号変換手段は,

- 前記被測定クロック信号を受け取り, 受け取った前記被測定クロック信号を周波数領域の両側スペクトル信号に変換する周波数領域変換手段 (time domain to frequency domain transformer) と,
- 20

前記両側スペクトル信号における正の基本周波数付近の成分を取り出す帯域制限処理手段 (bandwidth limiter) と,

- 前記帯域制限処理手段の出力を時間領域の信号に逆変換する時間領域変換手段 (frequency domain to time domain transformer) と,
- 25 を具備することを特徴とする請求項8記載のクロック・スキュー測定装置.

【請求項12】 前記解析信号変換手段は,

前記クロック信号が供給され, クロック信号を蓄積するバッファメモリ (buffer memory) と,

- 30 バッファメモリより信号を前回取り出した分と一部重複させながら順次取り出

す手段と、

その取り出された各部分信号に窓関数 (window function) を乗算する手段と

,

その乗算された各部分信号を周波数領域の両側スペクトル信号に変換する手段

5 と、

その周波数領域に変換された両側スペクトル信号から被測定信号の正の基本周波数付近の成分のみを取り出す帯域制限処理手段と、

前記帯域通過処理手段の出力を時間領域の信号に逆変換する手段と、

その時間領域に変換された信号に前記窓関数の逆数を乗じて帯域制限された (band-limited) 解析信号をえる手段と、
10 を具備することを特徴とする請求項 8 記載のクロック・スキュー測定装置。

【請求項 1 3】 前記クロック・スキュー推定手段は、前記基準信号および前記被測定クロック信号を受け取り、前記基準信号および前記被測定信号を離散化 (デジタル化 (digitize)) する、AD 変換手段 (analog-to-digital converter)
15) を具備することを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れかに記載のクロック・スキュー測定装置。

【請求項 1 4】 前記クロック・スキュー推定手段は、前記基準信号および被測定クロック信号を受け取り、前記被測定クロック信号の振幅変調成分を除去し、前記被測定クロック信号の位相変調成分を取り出す、波形クリップ手段 (waveform clipper) を具備することを特徴とする請求項 1 乃至 6 の何れかに記載のクロック・スキュー測定装置。
20

【請求項 1 5】 前記解析信号変換手段は、前記被測定クロック信号の通過帯域が可変であることを特徴とする請求項 8 記載のクロック・スキュー測定装置
25

【請求項 1 6】 前記タイミング推定手段は、前記瞬時位相雑音を受け取り、前記瞬時位相雑音の低周波成分を除去してゼロクロス・リサンプリング手段に
30

出力する低周波位相雑音除去手段を、さらに具備することを特徴とする請求項9記載のクロック・スキュー測定装置。

【請求項17】 被試験回路における複数の被測定クロック信号間のクロック・スキューを測定する方法であって、
5 前記複数の被測定クロック信号のいずれかを選択するステップと、
前記被試験回路に入力される基準信号と、前記クロック信号選択ステップで選択された前記被測定クロック信号とのタイミング誤差を、前記複数の被測定クロック信号について順次測定し、前記複数の被測定クロック信号間のクロック・スキューをもとめるステップと、
10 を具備することを特徴とするクロック・スキュー測定方法。

【請求項18】 前記基準信号は前記被試験回路に供給されるシステム・クロック信号であることを特徴とする請求項17記載のクロック・スキュー測定方法。
15

【請求項19】 前記基準信号に基づいて、前記複数の被測定クロック信号から前記選択するステップにおいて選択すべき対象となる被測定クロック信号を定めるステップをさらに具備することを特徴とする請求項17記載のクロック・スキュー測定方法。
20

【請求項20】 前記クロック・スキューをもとめるステップは、前記被測定クロック信号間のクロック・スキューの確定的成分を測定することを特徴とする請求項17乃至19の何れか記載のクロック・スキュー測定方法。

【請求項21】 前記クロック・スキューをもとめるステップは、前記被測定クロック信号間のクロック・スキューの不規則成分を測定することを特徴とする請求項17乃至19の何れか記載のクロック・スキュー測定方法。
25

【請求項22】 前記クロック・スキューをもとめるステップは、
30 前記基準信号のエッジ・タイミングである基準タイミングをもとめるステップと

前記被測定クロック信号のエッジ・タイミングである被測定タイミングをもとめるステップと、

前記被測定タイミングと前記基準タイミングの誤差をもとめるステップと、

- 前記タイミング誤差に基づいて前記複数の被測定クロック信号間のクロック・スキューをもとめるステップと、
- 5 キューをもとめるステップと、
- を具備することを特徴とする請求項17乃至21の何れかに記載のクロック・スキュー測定方法。

- 【請求項23】 前記クロック・スキューをもとめるステップは、前記タイミング誤差からえられたクロック・スキュー値を補正するステップを、さらに具備することを特徴とする請求項22記載のクロック・スキュー測定方法。
- 10

- 【請求項24】 前記エッジ・タイミングをもとめるステップは、前記基準信号および前記被測定クロック信号の立ち上がりエッジまたは立ち下がりエッジのタイミングをもとめることを特徴とする請求項22または23に記載のクロック・スキュー測定方法。
- 15

- 【請求項25】 前記エッジ・タイミングをもとめるステップは、
- 入力された前記被測定クロック信号を複素数の解析信号に変換するステップと、
- 20 前記解析信号の瞬時位相をもとめるステップと、
- 前記瞬時位相から前記被測定クロック信号のリニア瞬時位相をもとめるステップと、
- 前記リニア瞬時位相の初期位相角をもとめることにより、前記被測定クロック信号の理想エッジ・タイミングをもとめるステップと、
- 25 を具備することを特徴とする請求項22または23に記載のクロック・スキュー測定方法。

- 【請求項26】 前記エッジ・タイミングをもとめるステップは、
- 前記瞬時位相から前記リニア瞬時位相を除去して瞬時位相雑音をえるステップ
- 30 と、

前記解析信号の実数部のゼロクロス・タイミングに近い前記瞬時位相雑音をリサンプリングし、前記被測定クロック信号のタイミング・ジッタ系列をもとめるステップと、

をさらに具備することを特徴とする請求項25記載のクロック・スキュー測定方法

5

【請求項27】 前記被測定クロック信号を複素数の解析信号に変換するステップは、

前記被測定クロック信号から基本周波数付近の成分を取り出し、帯域制限信号を出力するステップと、

前記帯域制限信号を Hilbert 変換し、前記被測定クロック信号の Hilbert 変換対を生成するステップと、

を具備することを特徴とする請求項25記載のクロック・スキュー測定方法。

15 【請求項28】 前記クロック信号を複素数の解析信号に変換するステップは

前記被測定クロック信号を周波数領域の両側スペクトル信号に変換するステップと、

前記両側スペクトル信号における正の基本周波数付近の成分を取り出すステップと、

前記帯域制限された前記両側スペクトル信号を時間領域の信号に変換するステップと、

を具備することを特徴とする請求項25記載のクロック・スキュー測定方法。

25 【請求項29】 前記クロック信号を複素数の解析信号に変換するステップは

前記被測定クロック信号をバッファメモリに蓄積するステップと、

前記バッファメモリより信号を前回取り出した分と一部重複させながら順次取り出すステップと、

30 その取り出された各部分信号に窓関数を乗算するステップと、

その窓関数を乗算された各部分信号を周波数領域の両側スペクトル信号に変換するステップと、

その周波数領域に変換された両側スペクトル信号から被測定信号の正の基本周波数付近の成分のみを取り出すステップと、

- 5 前記帯域制限されたスペクトル信号を時間領域の信号に逆変換するステップと、
その時間領域に変換された信号に前記窓関数の逆数に乗じて帯域制限された解析信号をえるステップと、
を具備することを特徴とする請求項 2 5 記載のクロック・スキュー測定方法。

- 10 【請求項 3 0】 前記被測定タイミングと基準タイミングの誤差をもとめるステップは、

複数の前記被測定タイミングと複数の前記基準タイミングから複数の前記タイミング誤差を計算するステップと、

前記複数のタイミング誤差の平均をもとめるステップと、

- 15 をさらに具備し、

前記クロック・スキューをもとめるステップは、前記複数のタイミング誤差の平均に基づいて、前記複数の被測定クロック信号間のクロック・スキューをもとめることを特徴とする請求項 2 2 記載のクロック・スキュー測定方法。

- 20 【請求項 3 1】 前記クロック・スキューをもとめるステップは、前記基準信号および被測定クロック信号から信号の振幅変調成分を除去し、信号の位相変調成分のみを取り出すステップを具備することを特徴とする請求項 1 7 乃至 1 9 の何れかに記載のクロック・スキュー測定方法。

- 25 【請求項 3 2】 前記エッジ・タイミングをもとめるステップは、前記瞬時位相雑音が入力され、前記瞬時位相雑音の低周波成分を除去するステップを、さらに具備することを特徴とする請求項 2 6 記載のクロック・スキュー測定方法。